

БЕСПРОЗВАНА С. Я.

ВЫРАЩИВАНИЕ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ НА РЫХЛЫХ ЗОЛОТВАЛАХ

Красногорский золоотвал (шлаконаливное поле), расположенный в южной части г. Каменска-Уральского в пяти километрах от ТЭЦ, представляет три искусственно созданных котлована с золой рыхлого сложения общей площадью — 220 га. Зола получена при сжигании Челябинского и Экибастузского каменных углей.

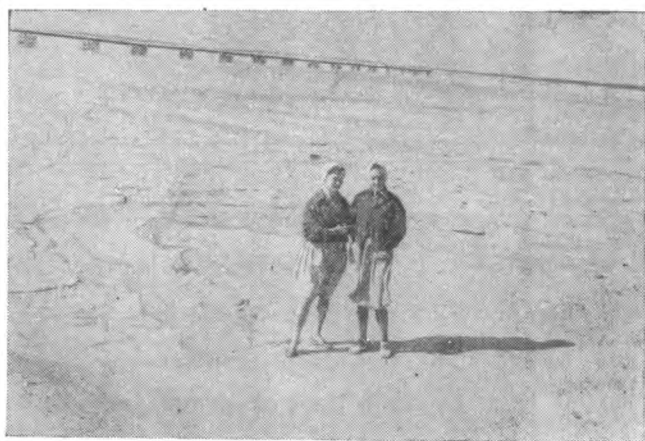


Рис. 12. Красногорский золоотвал до посева растений.

Через пять лет после того, как был заброшен Красногорский золоотвал, с целью закрепить движущиеся частицы золы заложены опытные делянки ряда многолетних растений. В первый, 1959 г., был произведен посев девятнадцати культур в чистом виде и четырех травосмесей с двухкратной нормой высева и тринадцати культур и четырех травосмесей с четырехкратной нормой высева на двухметровых делянках. Общая площадь посева составила 304 м².

Опытные посевы всех культур проведены в трех вариантах:

1) на золе, 2) на золе с внесением азотных удобрений, 3) на золе с почвенным покрытием в 2 см.

Посев был произведен 25—26 мая, вручную, рядками, с шириной междурядий в 9 см и глубиной заделки семян 2—3 см. Перед посевом семена бобовых культур обработаны нитрагином. В варианте с азотным удобрением внесена аммиачная селитра из расчета 1,5 ц/га.

В июле 1959 г. во время работы бульдозера оказалась засыпанной большая часть участка посевов. Сохранились лишь делянки

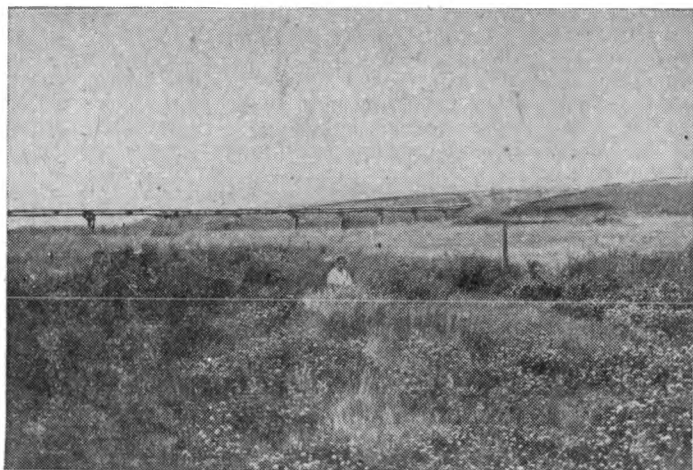


Рис. 13. Красногорский золоотвал на третий год после посева растений.

с восьмью культурами общего посева и девять культур деляночного посева в трех вариантах. Наблюдения за сохранившимися посевами проводятся в течение четырех лет.

В мае 1960 г. был заложен новый опытный участок в двух вариантах зола + 2 см почвы и чистая зола в двухкратной повторности. В испытании участвовало 15 культур: три бобовых, двенадцать злаковых с двухкратной и четырехкратной нормами высева и пять травосмесей. Наблюдения за ростом и развитием трав на этом участке проводятся в течение трех лет.

29 июня 1961 г. был произведен посев на полутора гектарах в трех вариантах: 1) зола + 2 см почвы, 2) зола + полное минеральное удобрение и 3) зола.

Посев трав произведен в трехкратной повторности на делянках площадью 100 м². В испытании участвовали восемь многолетних культур в чистом виде и пять травосмесей.

Отдельно на площади 3 га произведен посев многолетних растений на золе, засыпанной глиной. Посев производился вручную раз-

Таблица 1

**Список семян многолетних растений, высеванных на
Красногорском золоотвале**

№ п/п.	Название растений	Норма высева (в г на м ²)	Годы		
			1959	1960	1961
1	Люцерна желтая — <i>Medicago falcata</i> L.	4,8—9,6	+	—	—
2	Люцерна синегридная — <i>Medicago media</i> Pers. . .	4,8	+	+	+
3	Донник белый — <i>Melilotus albus</i> Adams.	4,8—9,6	+	—	+
4	Донник желтый — <i>Melilotus officinalis</i> (L) Desr. . .	4,8—9,6	+	—	—
5	Люпин многолетний — <i>Lupinus polyphyllus</i> Sinde. . .	24—48	+	+	+
6	Клевер луговой — <i>Trifolium pratense</i> L.	4,8—9,6	+	—	+
7	Клевер ползучий — <i>Trifolium repens</i> L.	4,8—9,6	—	+	—
8	Эспарцет песчаный — <i>Onobrychis arenaria</i> D. S. . .	32	+	—	+
9	Костер безостый — <i>Bromus inermis</i> Leyss.	10—20	+	+	+
10	Пырей ширококолосый — <i>Agropyrum pectiniforme</i> Rocmetschult.	8—16	—	+	—
11	Пырей бескорневищный — <i>Agropyrum tenerum</i> Vasey	8—16	+	+	+
12	Пырей сизый — <i>Agropyrum glaucum</i> Roem et Schult	8—16	—	+	+
13	Волоснец сибирский — <i>Elymus sibiricus</i> L.	6,4	+	—	—
14	Регнерия омская — <i>Roegneria fibrosa</i> (Schrenk) Nevski	8—16	+	+	+
15	Тимофеевка луговая — <i>Phleum pratense</i> L.	4,8—9,6	+	+	—
16	Полевица белая — <i>Agrostis alba</i> L.	4,0	+	—	—
17	Райграс высокий — <i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) M. et K.	8—16	+	—	—
18	Ежа сборная — <i>Dactylis glomerata</i> L.	6,4—12,8	+	+	—
19	Овсяница луговая — <i>Festuca pratensis</i> Huds. . . .	4,8—9,6	+	+	+
20	Овсяница красная — <i>Festuca rubra</i> L.	9,6	—	+	+
21	Лисохвост луговой — <i>Alopecurus pratense</i> L. . . .	4,8	+	—	—
22	Мятлик луговой — <i>Poa pratensis</i> L.	4,0	+	+	—

бросным способом. Площадь для посева предварительно проборо-
нивалась в один след вдоль участка трактором «Беларусь» со сце-
пом борон. Заделка семян произведена боронованием поперек
участка тем же сцепом борон. Удобрения внесены перед посевом
из расчета: азота — 30 кг, фосфора — 20 кг, калия — 20 кг на
1 га.

На всех участках через каждые пять дней проводились систе-
матические измерения окольцованных растений. Фиксировалось
появление всходов, очередных листьев, появление побегов, вет-
вей, отмечалось кущение, цветение, плодоношение, созревание,
все изменения в росте и развитии растений. Для определения ди-
намики роста и развития надземной и подземной массы растений
по фазам брались пробы растений с площадок 20×20 см на глубину
25 см. Корни растений отмывались на ситах с диаметром отвер-
стий — 0,5 и 0,1 см. Надземная и подземная части растений взве-
шивались в сыром и воздушно-сухом состоянии во время наступле-
ния каждой последующей фазы. В дни измерения растений брались
пробы золы для определения влажности с поверхности (0,5 см)

и с глубины 5—10, 15—20, 40 см. Одновременно измерялась температура приземного слоя воздуха и зольного субстрата (табл. 1а и 2).

Таблица 1а

Показатели температуры воздуха, золы и влажности золы на различных глубинах (%) в 1961 г.

Дата взятия проб	Температура		Влажность золы на различных глубинах			
	воздуха	золы на глубине 15 см	0—5 см	5—10 см	15—20 см	40 см
20/V	+19	+13	15,05	26,56	53,02	40,3
5/VI	+17	+12	14,93	31,25	60,71	50,78
10/VI	+23	+13	25,31	45,49	64,83	50,13
15/VI	+22	+18	11,45	22,72	52,72	20,0
20/VI	+30	+21	28,37	29,61	24,54	23,68
5/VII	+18	+15	8,68	17,66	18,55	31,35
20/VII	+29	+20	6,0	40,00	40,83	36,0
30/VII	+23	+20	31,4	42,8	42,89	38,6
10/VIII	+21	+15	25,15	30,65	32,35	36,0
15/VIII	+17	+9	20,6	24,8	23,2	23,2

Таблица 2

Показания температуры воздуха, золы и влажности золы на различных глубинах в 1962 г.

Дата взятия проб	Температура, град.		Влажность на различных глубинах, %			
	воздуха	золы на глубине 15 см	0—5 см	5—10 см	15—20 см	40 см
31/V	+25	+12				
5/VI	+27	+15,5				
10/VI	+13	+11				
15/VI	+23	+17	38,4	65,1	44,5	53
20/VI	+13,5	+14				
30/VI	+30	+22	24	39,2	22,9	26,6
5/VII	+26,5	+19				
10/VII	+33	+20	33,7	37,8	25,6	30,1
15/VII	+35	+21				
20/VII	+33,5	+23	32,4	30,4	65,1	34,1
25/VII	+28,5	+23,5				
30/VII	+25,5	+19,4	51,7	29,94	29,2	22,7
10/VIII	+25,5	+19				
20/VIII	+21	+13				
25/VIII	+20	+13,5				

Ниже приводятся результаты испытания основных культур.

Костер безостый. Наблюдения за ростом и развитием костра безостого проводились в течение четырех лет. Костер прошел испытание как при весеннем, так и при летнем посеве. Испытывались также различные нормы высева семян.

Костер безостый, будучи злаком озимого типа, в первый год жизни генеративных побегов не дает. Всходы на всех вариантах появились одновременно, изреженности отмечено не было, растения выглядели темно-зелеными, крепкими. В варианте с почвой растения достигали высоты 13,6 см и имели до шести листьев на одном побеге. В варианте с минеральным удобрением растения в высоту имели 14 см, в основном один побег, редко два. Растения на чистой золе имели высоту 8,2 см, число листьев не превышало двух. Растения костра безостого летнего посева перед уходом в зиму имели в среднем по трем вариантам высоту 10—15 см.

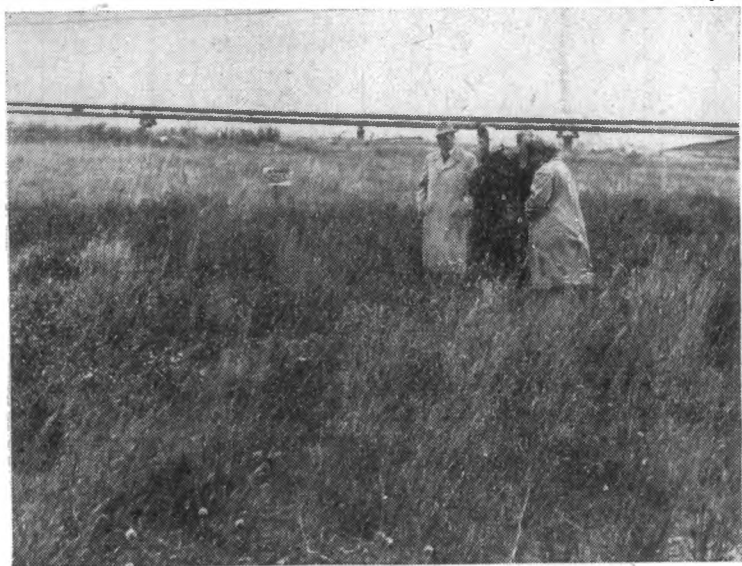


Рис. 14. Посевы злаковых растений 4-го года жизни.

На следующий год при весенней ревизии посевов растения на чистой золе выглядели очень слабыми, сильно изреженными. При весеннем отрастании высота растений на чистой золе была 7—8 см, на золе с почвой — 6,3—9,2 см. В течение первой половины лета верхушки листьев растений на чистой золе постепенно подсыхают и к 20 июня достигают высоты 5,4 см, а на золе с почвой — 37,9 см. Через месяц на чистой золе растения в одной повторности погибли, в другой продолжали вегетировать, высота сохранившихся растений — 17,3 см. Растения на золе с почвой к 25 июля имели высоту 31,5 см и находились в фазе созревания семян. К концу вегетационного периода на чистой золе осталось очень мало растений, так как подавляющее большинство высохло. В варианте зола + 2 см почвы растения прошли все стадии развития и дали семена.

Наиболее резким отклонением от нормы развития растений в почвенных условиях является очень малая побегообразовательная способность растений, выращенных в условиях золоотвала. Семена, собранные с растений, выросших на золе, выглядят щуплыми. После прохождения периода покоя (5 месяцев) всхожесть их составила всего лишь 15%. Время прохождения фаз растянуто. Так весеннее кущение продолжалось 40—45 дней, колошение и цветение — 30 дней.

Созревание семян продолжалось до конца вегетационного периода. Многие растения ушли под зиму, не закончив плодоношения, некоторые растения не выбросили метелку. Контрольные взвешивания проб корней и надземной массы говорят о преимущественном накоплении корней во второй год жизни растений (табл. 3).

На третий год жизни у растений костра к 20 июня отмечается выход в трубку, к этому периоду средняя высота растений была 23,9 см. К периоду созревания семян высота растений достигла 49,7 см. Отмечается некоторое ускорение прохождения фаз в течение вегетационного периода. Растения костра накапливают хорошую зеленую массу по сравнению с первыми двумя годами жизни. Так, в период колошения вес надземной массы одного растения в сухом состоянии был равен 21,5 г, а вес корней — 35,25 г. Из этих цифр видно, что корневая масса в полтора раза превосходит надземную (табл. 4). Более интенсивное развитие корней характерно почти для всех растений, культивируемых на зольном субстрате.

Таблица 3

**Динамика надземной массы и корней
(в г) на одно растение
второго года жизни
(в воздушно-сухом состоянии)**

Числа и месяцы	Вес надзем- ной массы	Вес корней
1 июня . .	0,4	2,0
10 июня . .	2,0	3,7
25 июня . .	4,0	8,0
15 июля . .	10,0	15,4
25 июля . .	16,8	21,3
20 августа .	6,3	10,2

Таблица 4

**Показатели роста и развития костра безостого за три года
в варианте зола + 2 см почвы**

Годы жизни	Высота, см	Число побегов	Вес сухого вещества одного растения, г	
			надземная масса одного растения	корни
1-й	10—15	1	—	—
2-й	37,9	1—2	16,8	21,3
3-й	49,7	2—3	21,5	35,25
4-й	81,0	2—3	9,6	9,4

В четвертый год жизни на чистой золе растений костра почти не сохранилось. В варианте зола + 2 см почвы отмечается более ускоренное прохождение фаз. Начало колошения отмечено 30 мая,

при высоте растений 24,1 см с 4 побегами в среднем. Наибольшая высота растений — 81 см — отмечалась в фазу плодоношения. В период осеннего кушения возражающей побегообразовательной способности не наблюдалось, основная масса растений имела 2—3 побега, а у некоторых 5—6 побегов, генеративный побег почти всегда один.

Вариант посева костра на золе с полным минеральным удобрением в течение двух лет не показал особых отклонений от развития костра на золе с почвой. Отмечено лишь более сильное подсыхание листьев в конце лета.

Из наблюдений за развитием костра безостого за 4 года жизни на зольном субстрате вытекает: 1) на чистой золе костер безостый погибает в 1-й и 2-й годы. Посев с почвенным покрытием и внесением минерального удобрения вполне оправдан; 2) в первые два года жизни костра отмечается растянутое прохождение фаз развития, затем происходит ускорение прохождения фаз; 3) наибольшее накопление зеленой массы растений за счет увеличения высоты растений и кушения отмечается на 4-й год; 4) семена, собранные с растений, выросших в условиях золоотвала, физиологически незрелые; 5) отклонением в развитии костра безостого, как и других злаков, является их очень малая побегообразовательная способность. Так, наибольшее число побегов у костра безостого в наших условиях было 20 штук на участке массового посева.

Проведенные наблюдения дают возможность сделать вывод о перспективности костра безостого для закрытия золоотвалов.

Житняк ширококолосый. Эта культура довольно засухоустойчивая, что безусловно важно для условий золоотвала.

Всходы после посева появились в те же сроки, что и в обычных почвенных условиях, то есть через 8—10 дней. Гибели растений в период всходов не наблюдалось. На чистой золе растения достигли в высоту 7,1—7,3 см, а на золе с почвенным покрытием — 8—11 см. Корневая система образовала в первый год толстую и прочную дернину.

Перезимовка на растения житняка оказала неблагоприятное влияние. Делянки с житняком во всех вариантах выглядели в период весеннего отрастания сохранившимися на 50—60%. В первой половине лета рост житняка в высоту был довольно замедленным. Так, на 10 июня на чистой золе растения имели высоту 10,1 см, число побегов — 1, редко — 2. На делянках с почвенным покрытием растения достигали высоты 9,1—11,3 см с 1—3 побегами.

В течение всего вегетационного периода отмечается подсыхание листьев житняка. Многие злаковые и бобовые растения — пырей, костер безостый, ежа сборная, клевер красный и белый, люцерна синегибридная, донник белый занимают место на делянках житняка, вытесняя его. 5 июля было отмечено колошение при высоте 24—27 см. Растения в стадии вегетации не превышали 10 см. На чистой золе генеративных побегов отмечено не было.

К концу вегетационного периода на чистой золе растения за-

сохли, на золе с почвой делянки почти полностью были заняты белым клевером. Высота отплодоносивших растений в среднем была 16,2 см. Небольшая надземная масса растений объясняется замедленным ростом и малым количеством побегов. Накопление корневой массы идет в 2—2,5 раза быстрее, чем надземной (табл. 5).

Таблица 5

Соотношение сухой надземной массы (в г на 1 м²)
(житняк ширококолосый)

Число и месяц	Вес надземной массы	Вес подземной массы
10 июня . .	105,4	208,5
20 июня . .	117,7	275,3
25 июня . .	136,2	298,4
25 июля . .	368,9	579,6
15 августа .	186,3	294,1

В течение зимы 2-го года на 3-й сохранилось 30—40% растений. Выглядели они очень хорошо, образовав крупные кусты диаметром в 30 см, высотой 84—86 см. 12 июля отмечено массовое колосение житняка; колос имел длину 3,5—4 см. Семена дозрели, но были щуплыми.

На четвертый год растений житняка осталось очень мало. Делянку полностью заняли другие культуры. Оставшиеся экземпляры житняка в течение лета были в основном в состоянии вегетации. Растений, выбросивших колос, отмечено всего 8 экземпляров.

Отрицательные результаты испытания в отношении житняка ширококолосого должны быть проверены повторными опытами, так как, по данным ряда исследований, житняк является культурой нетребовательной к условиям почвы, зимостойкой, многолетней (10—12 лет) и хорошим пластообразователем, что крайне важно для закрытия золотавалов.

Пырей бескорневищный. В год посева на золе с почвенным покрытием всходы появились на 12—13-й день. К началу августа растения имели высоту 9—10 см, два боковых побега и 6—7 листьев. На чистой золе после всходов рост растений постепенно замедлялся. По сравнению с ростом растений на золе с почвой это отставание первоначально равнялось 2—5 дням, с появлением же второго листа и в дальнейшем эта разница увеличилась до 9—11 дней. Кущения на чистой золе отмечено не было. Большое количество растений на чистой золе погибло. Посев проводился с нормой высева 8 г на 2 м² и 16 г на 2 м². Сохранились лучше растения на делянке с нормой высева 16 г на 2 м² (табл. 6).

Данные таблицы говорят о том, что разницы в росте и развитии у растений в зависимости от нормы высева не отмечалось.

Второй год развития пырея характерен большой разницей в высоте растений. На площадках с нормой высева 8 г на 2 м² растения

Таблица 6

Показатели развития пырея бескорневищного в первый год жизни

Норма высева (г на 2 м ²)	Варианты посева	Дни от посева			Дни от всходов				Количе- ство листьев к концу вегетации	Коли- чество побе- гов к концу вегет.
		всхо- ды	1-й лист	2-й лист	3-й лист	4-й лист	5-й лист	кущение		
8	Зола	10—11	9—10	22	34	44	—	—	—	—
8	Зола с поч- венным покры- тием	12—13	5—8	13—14	24	33	42	56	6—7	2
16	Зола	10—11	10	22	33	42	51	—	5—6	—
16	Зола с поч- венным покры- тием	12—13	5—8	13—14	24	32	41	53	6	2

имели высоту 13,2 см, а на делянках с нормой высева 16 г на 2 м² — 27 см. Растения были малооблиственны, с тонкими стеблями, дали небольшое количество недозрелых семян.

Одновременно пырей проходил испытание при летнем посеве в вариантах зола + 2 см почвы и зола + полное минеральное удобрение. На конец мая высота растений в обоих вариантах была 12,1—12,4 см, один побег на растении. В посеве пырея оказалось очень много донника, который своими высокими разросшимися кустами затенял в какой-то мере пырей. 30 июня в варианте зола + полное минеральное удобрение отмечено колошение, при высоте 19,1 см, в варианте зола + 2 см почвы продолжается вегетация, высота растений 16,2 см, число побегов в обоих вариантах по-прежнему 1. 10 июля в первом варианте отмечено цветение, высота растений — 24,5 см. К периоду плодоношения растения на золе с минеральным удобрением имели высоту 46,8 см; на золе с почвой растения оставались в состоянии вегетации, имея высоту 21,2 см. Среднее число листьев на одном растении 4—5 штук.

На третий год жизни к 20 мая высота растений на золе с почвой и на чистой золе была 9,3—13,3 см, число побегов 2—3. В течение вегетационного периода растения на чистой золе в росте обгоняли пырей на золе с почвенным покрытием. Очевидно, к третьему году растения в какой-то степени приспособились к зольному субстрату. Так, на 15 июня средняя высота растений на золе составляла 20,9 см, а на золе с почвенным покрытием — 15,1 см, число побегов в обоих случаях — 2.

Цветение на обоих вариантах началось одновременно — 5 июля. Число листьев в течение всего вегетационного периода не превышало 3—4. К 25 июля началось созревание семян, высота растений на золе была в среднем 36,2 см, число побегов — 3. Одно растение имело высоту 40 см, 5 побегов, из них 4 генеративных. Четыре генеративных побега из пяти довольно редкий случай в условиях выращивания злаковых трав на рыхлых золотавалах.

В это же время высота растений на золе с почвой была 24,1 см, число побегов — 3. Длина колоса на этом участке была в среднем 5,7 см.

В период летне-осеннего кущения (20—25/VIII) число побегов у пырея на чистой золе возросло. Так, некоторые растения при высоте 39,4 см имели до 11 побегов, из которых 5 были генеративными. На золе с почвой среднее число побегов на одно растение возросло до 4. Наибольшая высота растений пырея на 3-й год жизни достигала 45—50 см. Большое количество растений пырея не дало генеративных побегов.

На четвертый год жизни на чистой золе и на золе с почвой отмечено довольно слабое весеннее отрастание и к 20 мая высота растений была лишь 8,6 см, среднее число побегов — 2. К моменту колошения (25 июня) высота растений достигала 26,4 см, число побегов не превышало двух, листьев — 4—5. Наиболее выдающиеся растения имели высоту 49 см, длина колоса 5—6 см (табл. 7).

Таблица 7

Некоторые данные развития пырея бескорневищного за 4 года жизни
(зола + 2 см почвы)

Годы жизни	Высота растений на 1/VIII см	Наибольшее число побегов	Фаза к концу вегетационного периода	Вес (г) одного растения в сухом состоянии	
				надземной массы	вес корней
1-й	9—10	2	Вегетация	—	—
2-й	27	1—2	Плодоношение	—	—
3-й	25,1	3	Созревание	1,35	0,62
4-й	26,4	2	Созревание	0,52	0,63

Пырей бескорневищный — растение перспективное для культуры в условиях зольного субстрата. Он должен быть использован в травосмесях, так как имеет тонкий стебель, узкую листовую пластинку, что не способствует задержанию золы.

Тимофеевка луговая. Посевы тимофеевки луговой были проведены в двух вариантах: на чистой золе и на золе с почвой. Мелкие семена тимофеевки луговой очень плохо задерживались в легком зольном субстрате. Так, первый посев тимофеевки в 1959 г. оказался неудачным — семена выдуло ветром. После пересева всходы появились в обоих вариантах на 20-й день после посева.

В первый год рост растений был очень замедлен. К концу вегетационного периода высота растений была всего лишь 4,5 см, число листьев — 4. В течение всего лета отмечался выпад растений, и на чистой золе к концу вегетации остались единичные экземпляры.

На второй год на золе отмечено слабое весеннее отрастание. К концу вегетационного периода тимофеевка достигла высоты 8,2 см,

Кущение отмечено слабое — 1—2 побега на растение. Генеративные побеги отмечены только на 2-х растениях. Семена не созрели. Таким образом опыт посева тимфеевки луговой на чистой золе не удался.

На золе с почвой всходы появились на 13—15-й день после посева. Первый лист развернулся через 7 дней после появления всходов. Высота растений достигла 10—12 см. В период отрастания растения были хорошо облиственны и имели темно-зеленую окраску. Развитие тимфеевки на золе с почвой по срокам опережало развитие растений в обычных условиях (табл. 8).

Таблица 8

Сравнительные данные развития тимфеевки луговой за 2 года в обычных условиях и на золе с 2 см почвы

Субстрат	1-й год жизни			2-й год жизни			
	дни от посева	дни от появления всходов		весеннее отрастание	Дни от начала весеннего отрастания		
		всходы	1-й лист		кущение	колошение	цветение
Почва	8—10	5—6	25—30	Начало мая	35—40	70—75	95—105
Зола с почвой	12—13	6—7	53—56	Начало мая	46	56	84—86

Число побегов не превышало двух. К концу июля, в период цветения некоторые растения достигли 53—62 см высоты. Генеративные побеги растений имели высоту до 61,5 см, вегетативные — 12—18 см. Растения ушли в зиму в хорошем состоянии.

На третий год жизни ранневесеннее отрастание проходило очень медленно. К 20 мая высота растений была 11,5 см. Густота стояния хорошая, что говорит о благополучной перезимовке растений. 15 июля высота растений все еще не превышала 15 см, в это время отмечено начало выхода в трубку. В период цветения средняя высота растений была 34—35 см, некоторые растения достигли 44 см. Среднее число побегов не превышало 2—3. Надо отметить на третий год жизни растянутое прохождение всех фаз. Так, часть растений на делянке находилась в фазе вегетации в то время, как другая часть колосилась, третья цвела и т. д. Раннее и обильное колошение отмечается по краям делянки.

На четвертый год жизни высота растений к 20 мая составляла 44,5 см, среднее число побегов — 2. Весеннее отрастание на 4-й год шло быстрее, чем в предыдущие годы. До выхода в трубку среднесуточный прирост был равен 0,6 см. К моменту цветения растения имели высоту 50,1 см (длина генеративного побега). Среднесуточный прирост в период колошения достигает 1,9 см. В период цветения скорость роста несколько снижается. К моменту плодоношения генеративные побеги имели высоту 62,2 см (табл. 9). Число побегов на одном растении 2—3. Почти все растения имели

Показатели развития тимфеески луговой за 4 года жизни
на золе с почвой

Годы жизни	Высота растения, см	Число побегов	Вес надземной массы (г) в воздушно-сухом состоянии	Вес корней (г) в воздушно-сухом состоянии	Среднесуточный прирост, см
I	10—12	1	—	—	0,08
II	61,5	1—2	1,27	0,47	0,5
III	44,0	2	1,85	3,65	0,3
IV	62,2	2—3	0,32	1,0	0,5

один генеративный побег. Длина колоса была равна 6—7 см. Число листьев на одном побеге не превышает 2—3. Осеннее кущение было отмечено 5—10 августа, число побегов в среднем увеличилось до 5. Встречались растения, имевшие 7—11 побегов.

Тимфееска луговая перспективна для закрепления золоотвалов. Ее листья неплохо переносят засыпание золой, а корневая система хорошо скрепляет поверхностные слои золы на глубину до 35 см.

Овсяница луговая. На чистой золе всходы овсяницы появились на 14-й день. Через 8 дней после появления шилец разворачивается первый лист, через 12 дней второй лист и через такие же промежутки разворачиваются 3-й и 4-й листья. Дальнейшее появление листьев не отмечено, верхушки имеющихся листьев желтели и свертывались. Высота растений не превышала 5—6 см.

На золе с почвой всходы появились через 12—13 дней. Первый лист развернулся через 5—6 дней после всходов, второй — через 13—14, третий — через 19—22, четвертый — через 33—34 дня. Кущение отмечалось через 61—63 дня. К концу вегетации количество побегов было равно 2, количество листьев на побеге — 5—6. В варианте на золе с полным минеральным удобрением овсяница луговая взошла на 20-й день (посев летний в травосмеси с люцерной синегибридной). К концу августа растения имели высоту 7,2 см и 2 листа.

На следующий год весеннее отрастание началось в середине мая. На чистой золе посев выглядел изреженным. В июле было отмечено появление нескольких колосьев, высота растений была равна 15,2 см, число побегов 1—2. К концу вегетационного периода концы листьев подсыхали, средняя высота растений была 11,6 см. На золе с почвой фаза колошения была отмечена в середине июня, в конце июня — цветение, а в середине июля началось созревание. На второй год в этом варианте овсяница прошла все фазы развития в сроки, обычные для почвенных условий. Высота растений не превышала 50 см. Средняя же высота растений была 16,3 см. Кущение было слабое — 1—2 побега. Многие растения подсыхали, чем и объясняется небольшая средняя высота растений. Семена,

собранные на золе с почвой, при полной уборочной спелости являются физиологически незрелыми. После шестимесячного периода покоя всхожесть их была 49%. После созревания семян растения начали куститься, но дали всего лишь 3—4 побега. Облиственность растений на всех вариантах слабая, кончики листьев подсыхают.

На третий год растения овсяницы на чистой золе сохранились в числе 2—3 экземпляров. На золе с почвой весеннее отрастание было довольно интенсивным и 20 мая растения имели высоту 17,3 см, 1 побег. 20 июня отмечается выход в трубку при высоте растений 24,1 см. В период цветения растения овсяницы достигли своей максимальной высоты — 76,3 см, но число побегов не увеличилось. После созревания кущение усилилось — среднее число побегов равнялось 6, некоторые растения имели 8—14 побегов.

В первые годы жизни в условиях золоотвала овсяница развивается довольно медленно. Лишь на третий год растения дают лучшую надземную и корневую массу. Испытание овсяницы луговой на рыхлом золоотвале в чистом виде и в травосмеси с клевером дает возможность сделать вывод о том, что наиболее целесообразно высевать овсяницу луговую в травосмеси, где она дает хорошую надземную массу и корневую систему. При посеве в чистом виде овсяница медленно развивается и большой зеленой массы не создает.

Регнерия омская (волокушная). Всходы на чистой золе появились на 13-й день после посева. В течение вегетационного периода регнерия имела 3—4 листа, высота растений достигала 10—15 см. В варианте зола + 2 см почвы развитие регнерии в основном шло так же, как и на чистой золе. Растения имели в среднем высоту 25 см и 2—3 побега. Генеративных побегов не образовалось.

Весеннее отрастание на второй год началось в середине мая. В течение летнего периода побегообразование было слабым — 2—3. Генеративные побеги появились у одиночных растений. Практически и на второй год жизни на чистой золе растения не плодоносили. Высота растений к концу вегетационного периода составляла 20 см. На второй год жизни регнерия на участке с почвой сохранилась полностью. Колошение наступило через 30 дней после начала весеннего отрастания, затем через 15 дней отмечено цветение и через 60 дней — созревание семян. Регнерия дала полноценные семена, всхожесть которых через 7 месяцев послеуборочного покоя была 52%. Средняя высота растений в период колошения была 29,9—35,2 см, наибольшая — 44—45 см, число побегов не превышало 2—3. Растения регнерии отличаются своей светло-зеленой окраской, малой облиственностью.

На третий год жизни растения на чистой золе выглядели не хуже, чем на золе с почвенным покрытием. 20 мая средняя высота растений на чистой золе была 12,2 см, среднее число побегов — 3. 10 июня отмечен выход в трубку. Средняя высота растений в это время была 21,7 см. 20 июня началось массовое колошение, высота растений в это время была 27,2 см. Через 10 дней было отмечено начало цветения, которое продолжалось 20 дней. В период цвете-

ния отмечена самая большая высота растений — 30—39 см, затем некоторые растения начали подсыхать. В период созревания среднее число побегов не превышало трех, из них один — генеративный. Листьев на побеге 4—5.

Весеннее отрастание на золе с почвой было довольно замедленным. 20 мая средняя высота растений была 9,7 см, число побегов — 2. В период цветения некоторые растения имели высоту до 44,4 см, но число побегов не возрастало. Средняя же высота растений была 16—20 см. После созревания семян продолжается рост вегетативных побегов, их высота достигает 25—30 см.

На четвертый год жизни в конце мая растения имели высоту 13,1 см, два побега с 2—3 листьями светло-зеленой окраски. Цветение началось 15 июня, высота растений в это время была 15,7 см, число побегов не возросло. 20 июля уже отмечалось начало созревания. Растения имели высоту 21 см и три побега с 3—7 листьями. Надо отметить, что на четвертый год жизни число растений на делянках очень сильно уменьшилось. К четвертому году, по нашим данным, уменьшается средняя высота растений. Наилучшие результаты получены на третий год жизни (табл. 10).

Таблица 10

Динамика роста и развития регнерии омской на золе с почвенным покрытием

Год жизни	Высота растения, см	Число побегов	Вес надземной массы (г) в воздушно-сухом состоянии	Вес корней (г) в воздушно-сухом состоянии
I	25	2—3	—	—
II	32,5	2—3	0,16	0,08
III	44,4	2—3	0,1	0,32
IV	21,0	3	0,37	0,41

Регнерия омская представляет большой интерес для закрепления золоотвалов, особенно потому, что есть положительные результаты при выращивании ее на чистой золе. Данные табл. 10

Таблица 11

Вес надземной массы и корневой системы регнерии омской по фазам на 1 растение, г

Годы жизни	В сыром состоянии						В сухом состоянии					
	колоше-ние		цветение		плодоно-шение		колошение		цветение		плодоно-шение	
	надз.	подз.	надз.	подз.	надз.	подз.	надз.	подз.	надз.	подз.	надз.	подз.
II	0,35	0,43	—	—	0,68	0,66	0,16	0,08	—	—	0,38	0,16
III	0,34	0,95	0,34	0,43	0,39	1,38	0,16	0,23	0,1	0,32	0,2	0,27
IV	3,07	1,61	0,56	0,84	1,3	6,3	0,52	3,85	0,37	0,41	0,68	1,9

показали, что наибольшей высоты растения достигли на третий год жизни, но это не говорит о том, что в последующие годы растения развивались хуже. Из таблицы видно, что надземную массу и количество корней регнерия увеличивает к четвертому году. В фазу плодоношения вес надземной массы и корней возрос по сравнению с весом растений в предыдущих фазах (табл. 11).

Мятлик луговой. Мятлик луговой, обладая мелкими, легкими семенами, легко выдувается ветром в условиях золоотвала. Всходы мятлика лугового выглядели хуже всех остальных культур, испытываемых на золоотвале. Всходы были сильно изреженными, большая часть растений погибла сразу же после всходов. К концу вегетационного периода на чистой золе остались единичные растения высотой 3—4 см, на золе с почвенным покрытием — 4—5 см.

На второй год на чистой золе растений не было. Весеннее отрастание в варианте с почвенным покрытием было дружным. 20 мая высота растений была 6,4 см. 10 июня было отмечено единичное колошение. Высота растений в это время была 8,7 см. Длина метелки — 5,3 см. Отмечалось подсыхание растений. На протяжении всего вегетационного периода шло постепенное выметывание метелок и созревание. Наибольшая высота растений — 17,8 см, побег один. Средняя высота растений 8—10 см.

На третий год растений осталось очень мало и наблюдения не проводились. По данным наблюдений двух лет мятлик луговой для закрепления золоотвалов мало перспективен.

Ежа сборная. Ежа сборная была высеяна в двух вариантах: зола и зола + 2 см почвы. Ход роста и развитие ее отражен в табл. 12.

Таблица 12

Рост и развитие ежи сборной в первый год жизни

Варианты	Всходы в днях от посева	Дни после появл. всходов				Куще- ние	Кол-во листьев к концу вегета- ции	Кол-во побегов
		1-й лист	2-й лист	3-й лист	4-й лист			
Зола + 2 см почвы	10—12	5—7	16—18	28—32	43	58—60	5—6	2—3
Чистая зола . . .	8—10	5—7	17—20	35	47	—	5	—

Сравнивая показатели таблицы, можно сказать, что особой разницы в развитии растений не отмечается, за тем исключением, что на чистой золе нет кущения.

На второй год жизни на чистой золе весеннее отрастание началось в середине мая. В течение всего вегетационного периода ежа образовала 4 побега, наибольшая высота растений была 16,7 см. Листовая пластинка была сочная, широкая, но верхушки листьев подсыхали. Генеративных побегов ежа не образовала. К концу лета листья пожелтели. На золе с почвенным покрытием весеннее отрастание началось в начале мая, растения выглядели светло-зелеными, сочными. В конце июня началось колошение, которое про-

должалось 30 дней. В первых числах августа было отмечено начало цветения, которое продолжалось почти в течение всего августа. Растения образовали до 6 побегов, листья сильно подсыхали, высота их была до 20 см. Надземная и корневая масса растений наращивалась довольно медленно. В течение всего летнего периода вес корневой массы в 1,5—2 раза превышает вес надземной массы.

На третий год жизни оставшиеся на золе несколько растений находились в стадии вегетации, генеративных побегов не дали и ко второй половине лета начали быстро сохнуть. На золе с почвенным

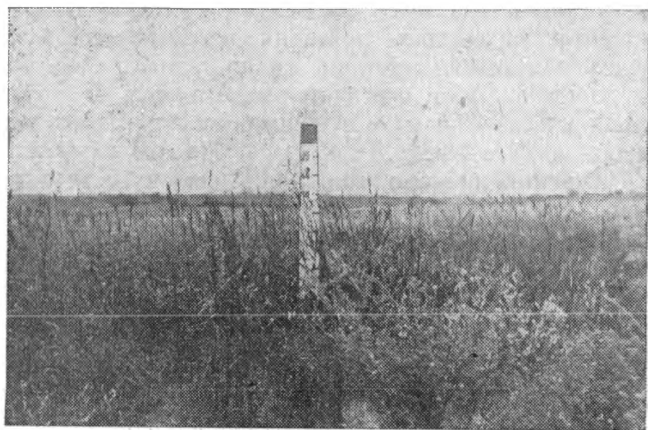


Рис. 15. Ежа сборная 3-го года жизни на Красногорском стационаре.

покрытием ежа сборная выглядела светло-зеленой с момента отрастания. В середине июня началось колошение, а цветение началось через 50 дней после отрастания. К концу лета высота генеративных побегов доходит до 120 см, при средней высоте 70—80 см. Ежа развила мощную корневую систему, проникающую подчас на глубину до 50 см.

Все наблюдения говорят за то, что на чистой золе ежа не может приспособиться к условиям жизни. На золе + 2 см почвы ежа

Таблица 13

Динамика роста и развития ежи сборной за 3 года жизни в варианте зола + 2 см почвы

Годы жизни	Высота растений, см	Число побегов	Вес надземной массы (г) в воздушно-сухом состоянии	Вес корней (г) в воздушно-сухом состоянии
I	8,2	2	—	—
II	20,0	6	0,82	0,7
III	70,0	6	8,9	15,5

страдает в течение двух лет и с третьего года дает хорошую массу и плотную дернину (табл. 13). Произрастание на золоотвале ежи сборной — растения влаголюбивого, подтверждает наше предположение о том, что влажность зольного субстрата достаточна для роста и развития растений.

Овсяница красная. Овсяница красная в массовом посеве прошла испытание в течение двух лет в трех вариантах: зола чистая, зола + 2 см почвы и зола + полное минеральное удобрение.

В «кавалерийских» посевах овсяница красная выращивалась в течение трех лет в двух вариантах — на чистой золе и на золе с почвенным покрытием. В этих посевах овсяница в первый год на обоих вариантах находилась в стадии вегетации. На второй год жизни посевы образовали плотную дернину, массу побегов, но находились по-прежнему в состоянии вегетации. Лишь на третий год овсяница красная на золе с почвенным покрытием дала много генеративных побегов высотой до 70 см. На чистой золе растения оставались в состоянии вегетации, лишь одиночные экземпляры колосились.

В год посева на больших делянках овсяница красная во всех вариантах взошла на 20-й день. В зиму растения ушли на чистой золе, имея 3 побега и высоту 8,3 см, на золе с почвенным покрытием — 1 побег высотой 9,7 см с восемью листьями, на золе с полным минеральным удобрением растения имели высоту 11,6 см и 9 листьев.

На второй год отмечается очень замедленный рост овсяницы красной. Так, средняя высота растений была 20—22 см, растения имели 5—6 листьев. Генеративных побегов было очень мало, их высота 44 см. Плодоносящие растения были в основном расположены по понижениям рельефа.

В обычных почвенных условиях овсяница красная очень медленно наращивает надземную массу. На золоотвале Красногорской ТЭЦ рост овсяницы еще более замедлен.

ВЫВОДЫ

1. Четырехлетнее испытание растений на Красногорском золоотвале позволило установить ассортимент растений, пригодных для консервации рыхлых золоотвалов. Из числа наиболее перспективных для этой цели растений могут быть названы: из злаковых — костер безостый, овсяница луговая и красная, пырей бескорневищный, ползучий, сизый и гребенчатый, регнерия омская, ежа сборная, тимopheевка луговая.

2. Лучшие результаты получены в вариантах на золе + 2 см почвы и на золе с внесением полного минерального удобрения. Посевы на чистой золе дали отрицательный результат.

3. Посевы различных травосмесей на золоотвале почти не показали преимуществ перед чистыми посевами.

4. Наблюдения за ростом и развитием отдельных растений дают возможность сделать некоторые выводы о их поведении на необычном зольном субстрате: а) отмирание или выпад многолетних растений, растущих на золе, начинается раньше (на 3—4-й год), чем гибель этих растений в нормальных почвенных условиях; б) ряд растений ярового типа в первый год жизни к плодоношению не переходит; растения озимого типа большей частью начинают плодоносить лишь на 3-й год; в) в течение четырех лет наблюдается замедленное прохождение фаз развития в первый и второй год жизни и ускорение прохождения этих фаз и более раннее их наступление к четвертому году жизни; г) растения в условиях зольного субстрата малооблиственны и не проявляют большой побегообразовательной способности. Это объясняется, очевидно, бедностью зольного субстрата питательными элементами.
